

Herziening van de indeling in ecologische soortengroepen voor Nederland en Vlaanderen

J. Runhaar¹, W. van Landuyt², C.L.G. Groen³, E.J. Weeda¹ & F. Verloove²

1 Alterra, Postbus 47, 6700 AA Wageningen;

e-mail: han.runhaar@wur.nl; eddy.weeda@wur.nl

2 Instituut voor Natuurbehoud, Kliniekstraat 25, B-1070 Brussel, België;

e-mail: wouter.van.landuyt@instnat.be

3 Stichting FLORON, Postbus 9514, 2300 RA Leiden;

e-mail: kgroen@floron.leidenuniv.nl

Revision of the ecological species groups for the Netherlands and Flanders

In 1987 a first version of the ecological species groups for the Netherlands was published. The groups indicate which plant species occur on different site types. For the characterisation of the sites an ecotope classification is used in which sites on the scale level of ecotopes are classified using vegetation structure and site conditions as classification characteristics. A revision was considered necessary in order to bring the species groups up to date with current knowledge on the relationships between plant species and site conditions, and to extend the area in which the species groups can be used by including Flanders. Prior to the revision the validity of old species groups was extensively tested on the basis of relevé's, literature and expert knowledge. The resulting species groups will be published in the forthcoming standard list of the Dutch flora. Details on the revision and the resulting species groups can be found on the following web site: <http://www.synbiosys.alterra.nl/ecotopen>.

Inleiding

In 1987 werd in *Gorteria* een 'nieuwe indeling in ecologische groepen binnen de Nederlandse Flora' gepresenteerd.¹ Evenals de voorgaande indeling door Van der Maarel en anderen² werden soorten ingedeeld in soortengroepen op basis van een gemeenschappelijke standplaatsvoorkeur. Een belangrijk verschil met de indeling door Van der Maarel en anderen was echter dat de standplaatsen strikter werden gedefinieerd in termen van meetbare fysische grootheden en dat soorten die op meer dan één type standplaats voorkomen ook in verscheidene soortengroepen werden ingedeeld. De 'nieuwe' indeling in ecologische soortengroepen is onder meer gebruikt voor het maken van landelijke overzichten van het voorkomen en de floristische diversiteit van ecosysteemttypen in Nederland³ en Vlaanderen⁴, voor ecologische effectvoorspelling^{5 6}, analyse van paleo-ecologische gegevens⁷⁻⁹, interpretatie van inventarisatie- en monitoringgegevens^{10 11} en onderzoek naar de relaties tussen standplaatscondities en vegetatiesamenstelling.^{12 13}

Omdat het al weer geruime tijd geleden was dat de indeling in ecologische soortengroepen werd gepubliceerd, bestond er behoefte aan een herziening van deze indeling, onder meer om rekening te kunnen houden met nieuwe inzichten over de relatie tussen plantensoorten en standplaatscondities. Voorafgaand aan de herziening

is de indeling grondig getoetst aan opnamegegevens, literatuur en deskundigenoordeel.^{14 15} In dit artikel wordt ingegaan op die toetsing en de herziene indeling van soorten in soortengroepen die daarvan het resultaat vormt. De nieuwe indeling is het resultaat van een samenwerking tussen verschillende instituten, waaronder het Instituut voor Natuurbehoud in Vlaanderen. Een nevendoeel van de herziening was om het toepassingsgebied van de soortengroepen uit te breiden met Vlaanderen.

Tabel 1. Kenmerken en kenmerkklassen gebruikt bij de indeling in ecotootypen.

Kenmerk	Kenmerkklassen
Medium	terrestrisch, aquatisch
Vegetatiestructuur en successiestadium	pioniervegetatie, gesloten korte vegetatie (omvat grasland, dwergstruweel en mosvlakte), ruigte, bos, struweel, verlandingsvegetatie, watervegetatie
Saliniteit	zilt, brak, zoet (omvat zeer zoet en licht brak)
Substraat	stenig, overig
Vochttoestand	(open water), nat, vochtig (omvat matig vochtig en zeer vochtig), droog
Voedselrijkdom	voedselarm, matig voedselrijk, zeer voedselrijk
Zuurgraad	zuur, zwak zuur, basisch
Dynamiek	betreden, niet betreden

Indeling in ecotootypen en ecologische soortengroepen

Met de indeling in ecologische soortengroepen wordt aangegeven op welke type standplaatsen een soort voorkomt. Voor de karakterisering van de standplaatsen wordt uitgegaan van de indeling in ecotootypen door Stevers en anderen.¹⁶ In deze indeling worden ecosystemen op het schaalniveau van ecotopen ingedeeld in ecotootypen op basis van vegetatiestructuur en standplaatscondities. Een ecotoop wordt daarbij gedefinieerd als *‘een ruimtelijke eenheid die binnen zekere grenzen homogeen is ten aanzien van vegetatiestructuur en voor plantengroei bepalende standplaatsfactoren’*. Door Klijn¹⁷ wordt als aanvullende eis gesteld dat de eenheden karteerbaar moeten zijn op een schaal van 1:5.000 tot 1:25.000. In tabel 1 is aangegeven welke kenmerken en kenmerkklassen worden gebruikt om de ecotootypen in te delen. Voor een vollediger beschrijving van de gebruikte kenmerken en kenmerkklassen wordt verwezen naar bijlage 1.

Soorten die kenmerkend zijn voor een ecotootype of een groep van nauw verwante ecotootypen worden ingedeeld in een corresponderende soortengroep. Zo omvat de soortengroep P22 (soorten van pioniervegetaties op natte, voedselarme, zwak zure bodem) soorten die kenmerkend zijn voor ecotootype P22 (pionier-

vegetaties op natte, voedselarme, zwak zure bodem). Soorten die in meer dan één ecotooptype voorkomen worden ook in meer dan één ecologische soortengroep ingedeeld. Het principe dat daarbij gehanteerd wordt is dat soorten worden ingedeeld bij zoveel soortengroepen als nodig is om 70% van het voorkomen te verklaren, in een hypothetische situatie waarin alle ecotooptypen in dezelfde oppervlakte voorkomen. De ecotooptypen en corresponderende soortengroepen worden aangeduid met een driedelige code bestaande uit een hoofdletter voor de vegetatiestructuur, een eerste cijfer voor de vochttoestand en een tweede cijfer voor voedselrijkdom en zuurgraad. Met een prefix (voorvoegsel) wordt informatie gegeven over de saliniteit. Een suffix (achtervoegsel) wordt gebruikt om subtypen aan te geven. In bijlage 2 wordt een overzicht gegeven van de betekenis van de codes en van de onderscheiden soortengroepen.

Naast soortengroepen met soorten kenmerkend voor ecotooptypen wordt ook een beperkt aantal groepen onderscheiden met soorten kenmerkend voor kleinschaliger elementen zoals muren en bronnen, die in de terminologie van Klijn worden aangeduid als 'eco-elementen'. Anders dan bij de indeling van mossen¹⁸ worden boomstammen niet als apart eco-elementen onderscheiden omdat er in Nederland en Vlaanderen onder de vaatplanten slechts één obligaat op bomen groeiende soort (*Viscum album*) voorkomt.

Toetsing aan opnamenmateriaal

Om de indeling in soortengroepen te kunnen toetsen is een opnamenbestand opgebouwd van ruim 170.000 vegetatieopnamen verspreid over Nederland. Met het programma ECOTYP zijn de opnamen ingedeeld naar ecotooptype op basis van de erin voorkomende soorten en de soortengroepen waaraan de soorten zijn toegedeeld.¹⁴ Vervolgens is met het programma TOESRT de verdeling van soorten over ecotooptypen geanalyseerd en nagegaan bij welke soorten de indeling over ecotooptypen afwijkt van het verwachte voorkomen op basis van de indeling in soortengroepen.¹⁵ Omdat de opnamen tamelijk ongelijk zijn verdeeld over Nederland heeft een weging plaatsgevonden op basis van het aantal opnamen per ecotooptype en per provincie. Wanneer binnen een provincie van een bepaald ecotooptype onevenredig veel opnamen zijn gemaakt (meer dan op basis van de ecotoopgroepkaartjes van Witte en Van der Meijden³ verwacht zou worden) tellen de opnamen minder zwaar mee.

Bij de toetsing op basis van het voorkomen in bepaalde ecotooptypen moet wel bedacht worden dat het niet gaat om een toetsing aan onafhankelijke gegevens. De indeling naar ecotooptype met ECOTYP is immers gebaseerd op de indeling in ecologische soortengroepen. Wel geeft het niet overeenkomen van de verdeling over ecotooptypen met de indeling in soortengroepen duidelijke aanwijzingen op welke punten de indeling nog onvoldoende consistent is. Wat de oorzaak is van geconstateerde inconsistenties is echter uit het opnamenmateriaal niet af te leiden. Als een soort niet voorkomt in een ecotooptype waarin hij op grond van de soortengroepsindeling verwacht zou worden kan het zijn dat de soort verkeerd is ingedeeld. Het kan echter ook zijn dat een verkeerde indeling van andere soorten heeft geleid

tot een onjuiste ecotooptypetoedeling van de opnamen waarin de soort voorkomt. Aanvullende onafhankelijke gegevens zijn daarom nodig om de oorzaak van de afwijkingen te achterhalen.

Toetsing aan literatuur

Als onafhankelijke bron voor de toetsing van de indeling uit 1987 is gebruik gemaakt van literatuur, onder meer van de Nederlandse Oecologische Flora.¹⁹ Deze was bij de vorige indeling nog niet gebruikt voor de toedeling aan soorten en is daarmee zeer geschikt om de indeling van soorten te toetsen. De vermeldingen in de Oecologische Flora zijn gebruikt om vooraf voor alle soorten te screenen of de indeling in ecologische groepen correspondeert met de in de Flora opgegeven standplaatsomschrijving. Bij een beperkt aantal soorten vormden gebleken inconsistenties reden om de indeling vooraf (dus vóór de indeling van opnamen aan ecotooptypen) te wijzigen. Bij de toetsing van de indeling in ecologische soortengroepen is ook gekeken naar door Groen en anderen²⁰ gedane wijzigingsvoorstellen. Een deel van de door hen voorgestelde wijzigingen is eveneens vooraf doorgevoerd. De overige wijzigingsvoorstellen zijn getoetst aan de verdeling over ecotooptypen en aan literatuur.

Wanneer de verdeling van soorten op basis van TOESRT afweek van de indeling in soortengroepen is behalve van de Oecologische Flora ook van andere literatuur gebruik gemaakt om de oorzaak van de discrepantie te achterhalen. Bijvoorbeeld van de flora van Oberdorfer²¹, die gedetailleerde informatie geeft over de standplaats van soorten. Voor waterplanten is veel gebruik gemaakt van gegevens uit de publicatie van Bloemendaal en Roelofs²² en voor in Vlaanderen voorkomende neofieten van de publicatie van Verloove.²³

Toetsing aan oordeel deskundigen

Op basis van de verdeling over ecotooptypen en de literatuurgegevens zijn door de eerste twee auteurs van dit artikel een groot aantal wijzigingsvoorstellen gedaan. Deze zijn vervolgens door de andere auteurs van dit artikel beoordeeld en van commentaar voorzien. Op basis hiervan is door de hoofdauteur in overleg met de anderen een besluit genomen over uiteindelijke indeling van soorten. Soorten waar ook na raadpleging van de literatuur nog onduidelijk is wat de standplaatsvoorkeur is, zijn uit de indeling weggelaten.

Resultaten

Ter wille van de beknoptheid wordt voor resulterende indeling in soortengroepen verwezen naar de binnenkort te verschijnen nieuwe Standaardlijst van de Nederlandse flora²⁴, waarin per soort de indeling in soortengroepen zal worden weergegeven, en naar de website 'Ecotopensysteem van Nederland en Vlaanderen'.²⁵

Op de website is ook informatie te vinden over de verdeling over ecotootypen, de literatuuropgaven en de overwegingen die hebben geleid tot de uiteindelijke indeling. Ook zijn de verspreidingskaartjes te zien en is een tabel te downloaden waarin per soort staat aangegeven in welke soortengroepen hij is ingedeeld.

Een verschil met de vorige indeling is dat de volgorde waarin de soortengroepen worden vermeld een betekenis heeft. De soortengroepen die als eerste vermeld worden hebben betrekking op de ecotootypen waarin de soort relatief het meeste voorkomt. De indeling H43, H42 bijvoorbeeld betekent dat de soort percentueel meer in bossen op voedselarme kalkrijke bodem (H43) dan op voedselarme kalkarme bodem (H42) voorkomt.

Bij soortengroepen kenmerkend voor subtypen en eco-elementen, herkenbaar aan suffix-aanduiding achter het ecotootype, is nu strikter dan in de oude indeling de regel aangehouden, dat alleen die soorten worden toegedeeld die binnen het desbetreffende structuurtype in sterke mate gebonden zijn aan het subtype of eco-element. Bij de groepen P40mu en P60mu (soorten van vochtige, respectievelijk droge muren) worden dus alleen die soorten ingedeeld die gebonden zijn aan het voorkomen op muren.

Bij de toedeling aan soortengroepen is in principe uitgegaan van de omgrenzing van ecotootypen en soortengroepen zoals vastgelegd in de publicaties uit 1987 door Stevers en anderen¹⁶ en Runhaar en anderen.¹ Op een aantal punten zijn echter wijzigingen doorgevoerd in de omgrenzing van typen om verschillen in ecologie tussen soorten beter te kunnen beschrijven. Zo zijn nu bij de soorten van vochtige bossen net als bij korte vegetaties subgroepen onderscheiden van soorten die gebonden zijn aan kalkrijke, basische bodem (H..kr). Bij matig voedselrijke wateren is een onderscheid gemaakt tussen soorten kenmerkend voor zachte en harde wateren (W15 en W16). Binnen de laatste groep is op basis van het eerdere literatuuronderzoek²⁶ weer een subgroep van zeer zoet water onderscheiden (W16zt). Binnen kweldervegetaties is nu onderscheid gemaakt tussen nat en vochtig (zG20, zG40), waar in de oude indeling alle soorten bij nat waren ingedeeld. Onder de nieuwe groep zG40 (soorten van zilte, vochtige bodem) vallen soorten die vooral voorkomen op zandige kreekoevers. Deze standplaatsen worden weliswaar regelmatig overstroomd door zeewater, maar door de goede drainage resulteert dit niet in langdurige anaërobie en gereduceerde omstandigheden die kenmerkend zijn voor natte standplaatsen.²⁷

Een aantal subtypen kenmerkend voor voedselarm stuivend en geroerd substraat en voor voedselrijk polysaproob water (suffices 'st', 'ro' en 'sa') zijn komen te vervallen omdat ze te weinig aanvullende informatie geven. Daarentegen zijn weer nieuwe subtypen onderscheiden voor soorten van pioniervegetaties op voedselarm basisch en op matig voedselrijk stenig substraat (P63ss, P67ss). Bij de eerste groep gaat het om soorten die kenmerkend zijn voor kalksteen en die op zeer kleine schaal in Zuid-Limburg voorkomen. Bij de tweede groep gaat het om soorten die in hun natuurlijke areaal voorkomen op puinhellingen en stenige rivierbeddingen, en die in Nederland een vergelijkbaar habitat hebben gevonden in de ballastbedden van spoorwegen en tussen plaveisel en op beton en grind in het urbane gebied. Overwogen is om ook een soortengroep van brak stenig substraat te onderscheiden, met soorten die in Engeland en Frankrijk vooral voorkomen op rotskusten (*Atriplex glabriuscula*,

Crambe maritima, *Beta vulgaris* subsp. *maritima* en *Crithmum maritimum*) en die in Nederland een vergelijkbare standplaats hebben gevonden op zeedijken. Omdat deze soorten in Vlaanderen voornamelijk op zandig substraat voorkomen, is hiervan echter afgezien. Wel is een nieuwe groep gemaakt van soorten die in de oude indeling niet goed plaatsbaar waren omdat ze voorkomen langs bronnen en op kwelplekken in bossen (H27br).

De naamgeving van de ecologische groepen is op één punt aangepast: de naam van de groepen met vegetatiestructuur-aanduiding G ('Soorten van graslanden') is veranderd omdat het bleek dat deze aanduiding aanleiding vormde voor misverstanden. Omdat de groep naast graslandsoorten ook soorten van dwergstruikvegetaties en mosvlakten omvat is de naam veranderd in 'Soorten van gesloten korte vegetaties'.

Discussie

Aanpassingen in de onderliggende ecotopenindeling

Bij de herziening van de ecologische groepen is grotendeels uitgegaan van de oude indeling in kenmerken en kenmerkclassen. Voorafgaande aan de hier gepresenteerde herziening van de soortengroepen is nog een voorstudie uitgevoerd om na te gaan of het nodig was om het hele ecotopensysteem, dus inclusief de onderliggende ecotopenindeling en de bijbehorende toedelingsprogramma's, grondig te herzien.²⁸

Uit deze voorstudie blijkt dat voor landelijke toepassingen de huidige indeling over het algemeen goed voldoet. Voor toepassing op regionale schaal zouden een aantal detailleringen gewenst zijn, bijvoorbeeld door de klasse 'zwak zuur' te splitsen in de klassen 'matig zuur' en 'zwak zuur tot neutraal'. Een andere aanbeveling is om de onderverdeling naar zuurgraad binnen matig voedselrijke milieus consequenter door te voeren. Nu wordt alleen binnen korte vegetaties en bossen op vochtige bodem onderscheid gemaakt naar zuurgraad, waarbij de onderverdeling bovendien is doorgevoerd op het niveau van subgroepen (soorten gebonden aan basische bodem worden aangeduid met suffix 'kr') in plaats van op het niveau van volwaardige groepen (waarbij dus ook groepen voor zure milieu's worden onderscheiden). Ook worden voorstellen gedaan hoe om te gaan met de indeling van zoomplanten. Deze worden nu bij soorten van bossen (H) en/of korte gesloten vegetaties (G) ingedeeld, terwijl ze juist kenmerkend zijn voor de overgang tussen beide structuurtypen.

De grootste belemmering voor de toepassing op regionale schaal vormt echter niet het detailniveau van de indeling, maar het gebrek aan gebruikersvriendelijke software. Daarom is besloten om een volgorde aan te houden waarbij eerst de soortengroepen worden bijgesteld op grond van de toetsingsresultaten, vervolgens wordt gewerkt aan gebruikersvriendelijke software waarmee soortenlijsten en opnamen kunnen worden geïnterpreteerd in termen van soortengroepen, ecotooptype en standplaatscondities, en pas daarna te gaan werken aan een volledig nieuwe versie van het ecotopensysteem, inclusief de detailleringen die nodig zijn om het systeem geschikt te maken voor lokale toepassingen.

Toetsing aan opnamegegevens

Bij de toetsing aan het opnamenmateriaal is een procedure gevolgd die veel overeenkomsten met de methode van 'reciprocal averaging' zoals beschreven door Hill²⁹: de opnamen worden ingedeeld in ecotootypen op basis van de toedeling aan ecologische soortengroepen van de in de opnamen voorkomende soorten, en de soorten worden vervolgens weer ingedeeld op basis van het voorkomen in opnamen behorende tot een bepaald ecotootype. Zoals aangegeven door Runhaar en anderen³⁰ is een risico van deze methode dat er systematische verschuivingen optreden waarbij de inhoud van de milieu-assen verandert. Uit de toetsing aan externe gegevens kan worden afgeleid dat het zonder meer overnemen van de uitkomsten van de toetsing aan de opnamegegevens inderdaad zou hebben geleid tot systematische verschuivingen, waarbij de inhoud van de soortengroepen niet langer overeenkomt met de definitie van de groep.

Dit risico is het grootst bij opnamen afkomstig uit sterk heterogene milieus. In het opnamenbestand zitten bijvoorbeeld opnamen van rabattenbossen die bestaan uit een combinatie van droge zure standplaatsen op de rabatten en natte, voedselrijke – en vaak ook basische – standplaatsen in de greppels. *Gemiddeld* is hier sprake van vochtige zwak zure omstandigheden en dus worden de opnamen toegedeeld aan ecotootype B42 (bossen op vochtige, voedselarme, zwak zure bodem). Het klakkeloos uitgaan van de verdeling over ecotootypen zou in dit geval hebben betekend dat een zeer heterogene groep zou zijn ontstaan met niet alleen soorten die thuishoren in soortengroep H42 (soorten van bossen en struwelen op vochtige, voedselarme, zwak zure bodem), maar ook met soorten kenmerkend voor droge zure standplaatsen (H61/H62, soorten voorkomend op de rabatten) en soorten kenmerkend voor voedselrijke natte standplaatsen (H27, soorten voorkomend in de greppels).

Hoewel vooraf herkenbaar heterogene opnamen (lijnvormige opnamen, opnamen aan IPI-aanduiding herkenbaar als rabattenbos of oeveropname) zijn weggefilterd uit het opnamenbestand, heeft dat niet overal voldoende geholpen. Ander systematische afwijkingen die zouden ontstaan wanneer uitsluitend was uitgegaan van de toetsing aan de verdeling over opnamen, zouden zijn:

- dat te veel soorten zouden zijn ingedeeld als gebonden aan basisch milieus (H43, H47kr, P47kr, G47kr);
- dat te veel soorten zouden zijn ingedeeld bij brakke verlandingsvegetaties (bV10);
- en dat als gevolg van het veelvuldig mee opnemen van greppels en lage plekjes (bijv. trapgaten) veel soorten van vochtige milieus zouden zijn toegedeeld aan 'nat' en soorten van natte milieus aan 'vochtig'.

Deze voorbeelden geven aan hoe belangrijk het is om bij de interpretatie van de verdeling over opnamen te kunnen beschikken over onafhankelijke gegevens over de standplaatsvoorkeur van soorten.

Ook bij soorten die in Nederland zeer zeldzaam voorkomen is het gevaarlijk ze toe te delen op basis van de ecotootypen waarin ze volgens het opnamenbestand in Nederland voorkomen. De standplaats waarop ze hier voorkomen vormt vaak geen goede afspiegeling van het standplaatstype waar ze normaliter (dat wil zeggen bij

goed ontwikkelde stabiele populaties) voorkomen. Het toeval (waar komt het zaad terecht?) speelt bij deze zeldzame soorten vaak een overheersende rol. Het is dan veiliger om de soort niet in te delen, of bij de indeling mee te wegen op welke standplaatsen de soort in de meer centrale delen van zijn areaal het meeste voorkomt.

Conclusies

Op basis van de toetsing aan opnamen, literatuur en deskundigenoordeel is de indeling van planten in ecologische soortengroepen op een groot aantal punten bijgesteld. Eerdere vergelijkingen^{31 32} lieten zien dat de ecologische soortengroepen in vergelijking met vegetatie-indelingen en andere indicatiesystemen een goede beschrijving geven van het samen voorkomen van plantensoorten en van de relatie met standplaatscondities. Met de nu doorgevoerde wijzigingen is de verwachting dat deze relaties nog beter beschreven worden. De basisgegevens die zijn gebruikt bij de toetsing van de soortengroepen en de overwegingen die hebben geleid tot een bepaalde keuze zijn vastgelegd in rapporten en in de via de website te raadplegen database. Op die manier kan iedereen nagaan op welke gronden soorten zijn toegedeeld aan bepaalde soortengroepen. Een beperking voor de toepassing van de soortengroepen is nu nog het gebrek aan toegankelijke software. Daarom zal de aandacht in het vervolgtraject in eerste instantie uitgaan naar de ontwikkeling van eenvoudig toe te passen software.

1. J. Runhaar, C.L.G. Groen, R. van der Meijden & R.A.M. Stevers. 1987. Een nieuwe indeling in ecologische groepen binnen de Nederlandse flora. *Gorteria* 13: 277–359.
2. E.J.M. Arnolds & R. van der Meijden. 1976. Standaardlijst van de Nederlandse flora 1975. Rijksherbarium, Leiden.
3. J.P.M. Witte & R. van der Meijden. 1995. Verspreidingskaartjes van de botanische kwaliteit in Nederland uit FLORBASE. *Gorteria* 21: 3–59.
4. W. van Landuyt, O. Heylen, L. Vanhecke, P. van den Bremt & H. Baeté. 2000. Verspreiding en evolutie van de botanische kwaliteit van ecotopen, gebaseerd op combinaties van indicatorsoorten uit Florabank. Rapport Vlina project 96/02. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
5. J.P.M. Witte, C.L.G. Groen & J.G. Nienhuis. 1992. Het ecohydrologische voorspellingsmodel DEMNAT-2; conceptuele modelbeschrijving. Onderzoek effecten grondwaterwinning 1. RIVM rapport 714305007. RIVM, Bilthoven.
6. J. Runhaar, H.L. Boogaard, S.P.J. van Delft & S. Weghorst. 1999. Natuurgericht Landevaluatie-systeem (NATLES). Rapport 704. Staring Centrum, Wageningen.
7. J. Bastiaens & L. Meersschaert. 2001. Archeobotanisch onderzoek van de ‘zwarte laag’ te Gent. Een milieureconstructie op basis van zaden en vruchten. Intern rapport Univ. Gent, Lab. voor Paleo-ecologie en Landschapsgenese.
8. A.E. de Hingh. 2000. Food production and food procurement in the Bronze Age and the Early Iron Age (2000–500 BC). The organisation of a diversified and intensified agrarian system in the Meuse-Demer-Scheldt region (The Netherlands and Belgium) and the region of the river Moselle (Luxemburg and France). Archaeological Studies Leiden University 7, Leiden.
9. M. van der Veen. 1992. Crop husbandry regimes: an archaeobotanical study of farming in northern England 1000 BC–AD 500. Sheffield Archaeological Monographs 3, Sheffield.
10. J. Runhaar, M. van der Linden, H. Olff & M. van 't Zelfde. 1993. Evaluatie van vegetatiegegevens in relatienotagebieden. CML rapport 94/DBL publicatie nr. 57. Centrum voor Milieukunde, Leiden.
11. J. Runhaar & P.C. Jansen, m.m.v. J.H. Oude Voshaar. 1999. Standaard meetprotocol verdroging. Vegetatiemonitoring. NOV-rapport 15–3. Nationaal Onderzoeksprogramma Verdroging, Lelystad.

12. J. Runhaar, J.P.M. Witte & P.H. Verburg. 1997. Ground-water level, moisture supply, and vegetation in The Netherlands. *Wetlands* 17: 528–538.
13. P.C. Jansen, J. Runhaar, J.P.M. Witte & J.C. van Dam. 2000. Vochtindicatie van grasvegetaties in relatie tot de vochttoestand van de bodem. Alterra-rapport 57. Alterra, Wageningen.
14. J. Runhaar, J.R.M. Alkemade, S.M. Hennekens, J. Wiertz & M. van 't Zelfde. 2002. Afstemming biotische responsmodules DEMNAT-SMART/MOVE. Rapport 408657008/2002, RIVM, Bilthoven.
15. J. Runhaar, M. van 't Zelfde, C.L.G. Groen & R. Alkemade. 2003. Bepaling ecotooptype en toetsing indeling in ecologische soortengroepen van vegetaties. Rapport 408657009. RIVM, Bilthoven.
16. R.A.M. Stevers, J. Runhaar & C.L.G. Groen. 1987. Het CML-ecotopensysteem. Uitwerking voor Noord-, West- en Zuidwest-Nederland. CML-mededeling nr. 34. Centrum voor Milieukunde, Leiden.
17. F. Klijn. 1996. A hierarchical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification. Proefschrift, Universiteit Leiden.
18. G.M. Dirkse & B.J.W.M. Kruijsen. 1993. Indeling in ecologische groepen van Nederlandse blad- en levermossen. *Gorteria* 19: 1–19.
19. E.J. Weeda, R. Westra, Ch. Westra en T. Westra. 1985–1994. Nederlandse Oecologische Flora. Wilde planten en hun relaties 1–5. IVN, Amsterdam.
20. C.L.G. Groen, R.A.M. Stevers, C.R. van Gool & M.E.A. Broekmeijer. 1993. Uitwerking ecotopensysteem fase 3. Herzien landelijke typologie en vertaalsleutels voor Overijssel, Gelderland, Noord-Brabant en Limburg. CML-mededeling 49. Centrum voor Milieukunde, Leiden.
21. E. Oberdorfer. 1983. Pflanzensoziologische Exursionsflora. 5e editie. Stuttgart.
22. F.H.J.L. Bloemendaal & J.G.M. Roelofs. 1988. Waterplanten en waterkwaliteit. KNNV, Utrecht/Vakgroep Aquatische Oecologie Katholieke Universiteit Nijmegen.
23. F. Verloove. 2002. Ingeburgerde plantensoorten in Vlaanderen. Instituut voor Natuurbehoud, Vlaanderen.
24. De nieuwe Standaardlijst zal naar verwachting deze zomer in *Gorteria* worden gepubliceerd.
25. Adres van de website is: <http://www.synbiosys.alterra.nl/ecotopen>.
26. J. Runhaar, J.P.M. Witte & M. van der Linden. 1997. Waterplanten en saliniteit. Demnat-2.1 rapport no. 5. RIZA, Lelystad.
27. Onderzoeksgegevens W. Armstrong, T.J. Gaynard en S. Lythe zoals gepubliceerd in: J.R. Etherington. 1982. *Environment and Plant Ecology*, Chichester, pp. 299–301.
28. J. Runhaar, J.H.J. Schaminée, S.M. Hennekens & M. van 't Zelfde. 2002. Herziening Landelijk Ecotopensysteem. Voorstudie. Alterra-rapport 551. Alterra, Wageningen.
29. M.O. Hill. 1973. Reciprocal averaging: an Eigenvector method of ordination. *J. Ecol.* 61: 237–249.
30. J. Runhaar, J.P.M. Witte & R.H.G. Jongman. 1994. Ellenberg-indicatiewaarden: Verbetering met reciprocal averaging? *Landschap* 11: 41–47.
31. J.P.M. Witte. 2002. The descriptive capacity of plant ecological species groups. *Plant Ecology* 162: 199–213.
32. J. Käfer. 2002. Het gewicht van bedekking. Optimalisatie van de berekening van gewogen gemiddelde indicatiewaarden voor vegetatieopnamen. Rapport 112. Wageningen Universiteit, sectie Waterhuishouding.
32. J. Runhaar. 1989. Toetsing van het ecotopensysteem 1: Hoofdrapport. CML-mededeling 48a. Centrum voor Milieukunde, Leiden.

Bijlage 1. Definities kenmerken en kenmerkklassen

Vegetatiestructuur (inclusief medium en successiestadium)

Op basis van vegetatiestructuur en successiestadium worden binnen terrestrische systemen de volgende klassen onderscheiden:

soorten van:

<i>pioniervegetaties</i>	open vegetaties die worden gedomineerd door één- en tweejarige soorten of soorten met een groot vegetatief voortplantingsvermogen, op instabiele of recent ontstane of van vegetatie ontdane standplaatsen.
<i>grasland</i>	lage, gesloten vegetaties van voornamelijk overblijvende kruiden, mossen en lage houtige gewassen (die bij normale ontwikkeling niet hoger worden dan 50 cm), op stabiele standplaatsen waar afvoer van organisch materiaal plaatsvindt door beweiding of maaien. Onderverdeeld in <i>dwergruweel</i> (heide), <i>mosvlakte</i> en <i>grasland</i> s. str.
<i>ruigte</i>	hoge, gesloten kruidvegetaties gedomineerd door gering aantal concurrentiekrachtige soorten, op plaatsen waar weinig of geen afvoer van organisch materiaal plaatsvindt.
<i>struweel</i>	vegetaties gedomineerd door houtgewassen die bij normale ontwikkeling tussen 0,5 en 4 m hoog worden (struiken). Onderverdeeld in <i>laag struweel</i> , <i>hoog struweel</i> en <i>pionierstruweel</i> .
<i>bos</i>	vegetatie gedomineerd door houtgewassen die bij normale ontwikkeling tussen meer dan 4 m hoog worden (bomen). Onderverdeeld in <i>loofbos</i> en <i>naaldbos</i> .

Binnen de wateren wordt onderscheid gemaakt tussen:

<i>open water</i>	wateren zonder hogere planten of met ondergedoken planten, al of niet met drijfbladen.
<i>verlanding</i>	wateren met emerse vegetatie.

Zoutgehalte (saliniteit, chloriniteit)

Op basis van het zoutgehalte worden de volgende klassen onderscheiden:

<i>zout</i>	wateren met een chloridegehalte van meer dan 10.000 mg/l; terrestrische systemen onder invloed van zout water.
<i>brak</i>	wateren met een chloridegehalte van 1.000 tot 10.000 mg/l of met een sterk wisselend chloridegehalte; terrestrische systemen die onder invloed staan van brak water of afwisselend zout en zoet water, of onder invloed staan van zout-inwaai.
<i>zoet</i>	wateren met een chloridegehalte van minder dan 1000 mg/l en terrestrische systemen die niet onder invloed staan van brak of zout water of zout-inwaai. Wateren onderverdeeld in <i>zeer zoet</i> (0–200 mg Cl ⁻ /l) en <i>licht brak</i> (200–1.000 mg Cl ⁻ /l).

Vochttoestand

De factor vochttoestand bestaat eigenlijk uit een complex van twee factoren die vaak samenhangen met de grondwaterstand, te weten de beschikbaarheid van zuurstof in de bovengrond en de beschikbaarheid van water. Omdat ze zo sterk met elkaar samenhangen worden ze meestal samen aangeduid als vochttoestand. Binnen terrestrische systemen worden de volgende klassen onderscheiden:

<i>nat</i>	op plaatsen waar door hoge grondwaterstanden langdurige perioden met lage zuurstofspanning optreden: op binnendijkse standplaatsen gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) minder dan 25 cm onder maaiveld.
<i>vochtig</i>	standplaatsen met hooguit kortdurende perioden met zuurstoftekorten of droogtestress: gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand op binnendijkse standplaatsen meer dan 25 cm onder maaiveld, gemiddeld minder dan 32 dagen met droogtestress (= dagen met vochtspanning van minder dan -12.000 cm in de wortelzone uitgaande van een standaard grasbegroeiing). Binnen de klasse 'vochtig' in ruime zin worden onderscheiden de onderklassen <i>zeer vochtig</i> (bij binnendijkse standplaatsen GVG tussen 25 en 40 cm onder maaiveld) en <i>matig vochtig</i> (gemiddeld 13-32 dagen met droogtestress).
<i>droog</i>	op plaatsen waar in de zomer onvoldoende water beschikbaar is in de verdampingsbehoefte van de plantengroei te voorzien; gemiddeld meer dan 32 dagen met droogtestress.

Voedselrijkdom

Hiermee wordt de beschikbaarheid van macro-nutriënten (N, P, K) aangegeven. De nutriënt die het minste voor de plantengroei in opneembare vorm beschikbaar is, bepaalt de voedselrijkdom. Alleen voor graslanden zijn de kenmerkklassen kwantitatief gedefinieerd. In de overige vegetaties is een indeling naar voedselrijkdom op basis van de (ordinale) indeling van de in de vegetatie voorkomende soorten naar voedselrijkdom.

<i>voedselarm</i>	niet bemeste, mineraalarme standplaatsen met een lage productiviteit; bij een goede vochtvoorziening en een beheer als grasland is in een gemiddeld jaar een productie van niet meer dan 3 ton droge stof per hectare te behalen. ¹
<i>matig voedselrijk</i>	licht bemeste of van nature mineraalrijke standplaatsen met een vrij hoge productiviteit; bij een goede vochtvoorziening en een beheer als grasland is in een gemiddeld jaar een productie van 3 tot 6 ton droge stof per hectare te behalen. ¹
<i>zeer voedselrijk</i>	zwaar bemeste standplaatsen of standplaatsen waar door afbraak van organisch materiaal veel mineralen vrijkomen; bij een goede vochtvoorziening en een beheer als grasland is in een gemiddeld jaar een productie van meer dan 6 ton droge stof per hectare te behalen. ¹

Zuurgraad

De zuurgraad zelf heeft slechts een beperkte invloed op de plantengroei, maar is bepalend voor veel andere factoren die wel grote invloed hebben op het functioneren van planten. Voorbeelden hiervan zijn de oplosbaarheid van het in opgeloste vorm

toxische aluminium of de oplosbaarheid van het voor de plantengroei noodzakelijke ijzer. Daarnaast beïnvloedt de zuurgraad de activiteit en de samenstelling van het bodemleven (verhouding tussen bacteriën en schimmels). In aquatische systemen hangt de zuurgraad direct samen met de hoeveelheid bicarbonaat, die voor ondergedoken waterplanten tevens de belangrijkste bron van koolstof vormt.

<i>zuur</i>	wateren met een gemiddelde pH lager dan 5, zonder bicarbonaat; terrestrische systemen met een pH-H ₂ O van minder dan 4,5 (pH-KCl ~ 3,5).
<i>zwak zuur</i>	wateren met een gemiddelde pH tussen 5 en 7 en een bicarbonaatgehalte kleiner dan 1 meq/l; terrestrische systemen met een pH-H ₂ O tussen 4,5 en 6,5 (pH-KCl ~ 3,5–6,5).
<i>basisch</i>	wateren met een bicarbonaatgehalte van > 1 meq/l; terrestrische systemen met een pH-H ₂ O van meer dan 6,5 (pH-KCl ~ 6,5) als gevolg van de aanwezigheid van kalk (> 0.5 % CaCO ₃) of de invloed van zeewater. ²

- 1 Runhaar *et al.*¹ legden in 1987 de grenzen bij 4 en 8 ton droge stof productie per hectare per jaar, maar op grond van meetgegevens over de relatie tussen soortensamenstelling en productiviteit is in 1989 door Runhaar³³ geconcludeerd dat bij de huidige indeling van soorten naar voedselrijkdom de grenzen beter bij 3 en 6 ton droge stof per hectare per jaar kunnen worden gelegd.
- 2 Door aanwezigheid van onder meer natriumbicarbonaat kan zout water een pH van 8–10 hebben.

Bijlage 2. Codering van de ecologische soortengroepen en overzicht onderscheiden soortengroepen

De ecologische soortengroepen en de ecotootypen worden aangeduid met een maximaal vijfdelige code. Een code bestaat uit een prefix voor chloriniteit (optioneel), een hoofdletter voor vegetatiestructuur en successiestadium, een getal voor vochttoestand, een tweede getal voor voedselrijkdom en zuurgraad, en een suffix voor subtype-indelingen naar dynamiek, vegetatiestructuur en dergelijke (optioneel).

1. Chloriniteit (prefix)

- zoet
- b brak
- z zilt

2. Vegetatiestructuur en successiestadium

- A aquatisch (= V+W)
- B bos
- G gesloten korte vegetatie
- H bos en struweel (= B+S)
- K kruidachtige vegetaties (= P+G+R)
- P soorten van pioniervegetaties
- R ruigte
- S struweel
- V soorten van verlandingsvegetaties
- W watervegetatie

3. Vochttoestand

- 1 aquatisch
- 2 nat
- 3 zeer vochtig
- 4 vochtig
- 5 matig vochtig
- 6 droog

4. Voedselrijkdom en zuurgraad

- 1 voedselarm zuur
- 2 voedselarm zwak zuur
- 3 voedselarm basisch
- 4 voedselarm
- 5 matig voedselrijk (zwak) zuur/zacht
- 6 matig voedselrijk basisch/hard
- 7 matig voedselrijk
- 8 zeer voedselrijk
- 9 matig-zeer voedselrijk

5. Additionele kenmerken (suffix)

- dw dwergstruweel
- kr kalkrijk (basisch)
- la laag struweel
- mo mosvlakte
- mu muren
- na naaldbos
- pi pionierstruweel
- ss stenig substraat
- tr betreden

In de nieuwe indeling worden de volgende ecologische soortengroepen onderscheiden:

- zP20 soorten van pioniervegetaties op zilte natte bodem
- bP20 soorten van pioniervegetaties op brakke natte bodem
- bP40 soorten van pioniervegetaties op brakke vochtige bodem
- bP60 soorten van pioniervegetaties op brakke droge bodem
- P40mu soorten van pioniervegetaties op vochtige muren

P60mu	soorten van pioniervegetaties op droge muren
P21	soorten van pioniervegetaties op natte voedselarme zure bodem
P22	soorten van pioniervegetaties op natte voedselarme zwak zure bodem
P23	soorten van pioniervegetaties op natte voedselarme basische bodem
P27	soorten van pioniervegetaties op natte matig voedselrijke bodem
P28	soorten van pioniervegetaties op natte zeer voedselrijke bodem
P42	soorten van pioniervegetaties op vochtige voedselarme zwak zure bodem
P43	soorten van pioniervegetaties op vochtige voedselarme basische bodem
P47	soorten van pioniervegetaties op vochtige matig voedselrijke bodem
P47kr	soorten van pioniervegetaties op vochtige matig voedselrijke basische bodem
P48	soorten van pioniervegetaties op vochtige zeer voedselrijke bodem
P48tr	soorten van pioniervegetaties op vochtige zeer voedselrijke betreden bodem
P61	soorten van pioniervegetaties op droge voedselarme zure bodem
P62	soorten van pioniervegetaties op droge voedselarme zwak zure bodem
P63	soorten van pioniervegetaties op droge voedselarme basische bodem
P63ss	soorten van pioniervegetaties op droog voedselarm basisch stenig substraat
P67	soorten van pioniervegetaties op droge matig voedselrijke bodem
P67ss	soorten van pioniervegetaties op droog matig voedselrijk stenig substraat
P68	soorten van pioniervegetaties op droge zeer voedselrijke bodem
zG20	soorten van gesloten korte vegetaties op zilte natte bodem
zG40	soorten van gesloten korte vegetaties op zilte vochtige bodem
bG20	soorten van gesloten korte vegetaties op brakke natte bodem
bG40	soorten van gesloten korte vegetaties op brakke vochtige bodem
G21	soorten van gesloten korte vegetaties op natte voedselarme zure bodem
G22	soorten van gesloten korte vegetaties op natte voedselarme zwak zure bodem
G23	soorten van gesloten korte vegetaties op natte voedselarme basische bodem
G27	soorten van gesloten korte vegetaties op natte matig voedselrijke bodem
G28	soorten van gesloten korte vegetaties op natte zeer voedselrijke bodem
G41	soorten van gesloten korte vegetaties op vochtige voedselarme zure bodem
G42	soorten van gesloten korte vegetaties op vochtige voedselarme zwak zure bodem
G43	soorten van gesloten korte vegetaties op vochtige voedselarme basische bodem
G47	soorten van gesloten korte vegetaties op vochtige matig voedselrijke bodem
G47kr	soorten van gesloten korte vegetaties op vochtige matig voedselrijke basische bodem
G48	soorten van gesloten korte vegetaties op vochtige zeer voedselrijke bodem
G61	soorten van gesloten korte vegetaties op droge voedselarme zure bodem
G62	soorten van gesloten korte vegetaties op droge voedselarme zwak zure bodem
G63	soorten van gesloten korte vegetaties op droge voedselarme basische bodem
G67	soorten van gesloten korte vegetaties op droge matig voedselrijke bodem
G68	soorten van gesloten korte vegetaties op droge zeer voedselrijke bodem
zR20	soorten van ruigten op zilte natte bodem
bR20	soorten van ruigten op brakke natte bodem
bR40	soorten van ruigten op vochtige natte bodem
bR60	soorten van ruigten op brakke, droge bodem
R24	soorten van ruigten op natte voedselarme bodem
R27	soorten van ruigten op natte matig voedselrijke bodem
R28	soorten van ruigten op natte zeer voedselrijke bodem
R44	soorten van ruigten op vochtige voedselarme bodem
R47	soorten van ruigten op vochtige matig voedselrijke bodem
R47kr	soorten van ruigten op vochtige matig voedselrijke basische bodem
R48	soorten van ruigten op vochtige zeer voedselrijke bodem
R64	soorten van ruigten op droge voedselarme bodem
R67	soorten van ruigten op droge matig voedselrijke bodem
R68	soorten van ruigten op droge zeer voedselrijke bodem

- H21 soorten van bos en struweel op natte voedselarme zure bodem
- H22 soorten van bos en struweel op natte voedselarme zwak zure bodem
- H27 soorten van bos en struweel op natte matig voedselrijke bodem
- H27br bronnen en kwelplekken in bos op natte, matig voedselrijke bodem
- H28 soorten van bos en struweel op natte zeer voedselrijke bodem
- H41 soorten van bos en struweel op vochtige voedselarme zure bodem
- H42 soorten van bos en struweel op vochtige voedselarme zwak zure bodem
- H43 soorten van bos en struweel op vochtige voedselarme basische bodem
- H47 soorten van bos en struweel op vochtige matig voedselrijke bodem
- H47kr soorten van bos en struweel op vochtige matig voedselrijke basische bodem
- H48 soorten van bos en struweel op vochtige zeer voedselrijke bodem
- H61 soorten van bos en struweel op droge voedselarme zure bodem
- H62 soorten van bos en struweel op droge voedselarme zwak zure bodem
- H63 soorten van bos en struweel op droge voedselarme basische bodem
- H69 soorten van bos en struweel op droge voedselrijke bodem

- bV10 soorten van verlandingsvegetaties in brak water
- V11 soorten van verlandingsvegetaties in voedselarm zuur water
- V12 soorten van verlandingsvegetaties in voedselarm zwak zuur water
- V15 soorten van verlandingsvegetaties in matig voedselrijk zacht water
- V16 soorten van verlandingsvegetaties in matig voedselrijk zoet tot licht brak hard water
- V16zt soorten van verlandingsvegetaties in matig voedselrijk zeer zoet hard water
- V18 soorten van verlandingsvegetaties in zeer voedselrijk water

- bW10 soorten van brak water
- zW10 soorten van zout water
- W11 soorten van voedselarm zuur water
- W12 soorten van voedselarm zwak zuur water
- W13 soorten van voedselarm hard water
- W15 soorten van matig voedselrijk zacht water
- W16 soorten van matig voedselrijk zoet tot licht brak hard water
- W16zt soorten van matig voedselrijk zeer zoet hard water
- W18 soorten van zeer voedselrijk water

- 99 niet ingedeeld